

## BAB 6

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah bahwa TOC TP merupakan metode yang sangat efektif jika digunakan untuk menganalisis suatu permasalahan yang bersifat kompleks. Dengan TOC TP suatu permasalahan lebih bisa dilihat secara sistem atau dari berbagai sudut pandang. Dalam penelitian ini, melalui FRT telah berhasil dibuat rencana perbaikan yang apabila belum menghasilkan pencapaian yang maksimal sesuai yang ditargetkan, akan menghasilkan perbaikan terhadap masalah keterlambatan di PT ATMI IGI Center.

Usulan perbaikan yang dikembangkan antara lain adalah membuat sistem *self-monitoring and controlling* dan menjadikan *monitoring and controlling* sebagai tanggung jawab seluruh individu yang ada di perusahaan. Kemudian juga diusulkan agar perusahaan mengirimkan karyawan untuk *training* di perusahaan *customer* agar PT ATMI IGI Center dapat lebih memahami spesifikasi produk yang diinginkan konsumen secara jelas. Hal ini diperlukan agar PT ATMI IGI Center memiliki orang yang bisa berfungsi sebagai eksekutor ketika terjadi masalah pada proses produksi sehingga waktu proses dapat diperpendek. Selain itu juga dalam penelitian ini dibuat sebuah tabel standar toleransi untuk proses pengeblongan beberapa jenis material untuk mempermudah proses *tapping*.

## DAFTAR PUSTAKA

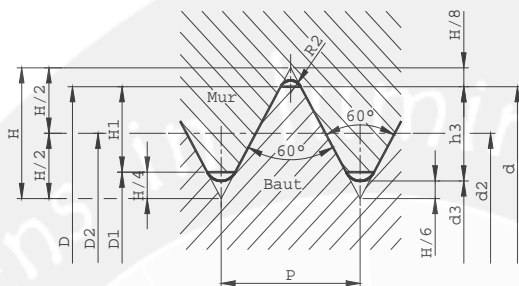
- Antunes, J.A.V. Jr, Klippel, M., Koetz, A.L. dan Lacerda, L.P. (2004), Critical issues about the theory of constraints thinking process – a theoretical and practical approach. *Proceedings of the 15th POMS – Production and Operation Management Society, Cancun, Mexico.*
- Baker, K.R. (2001). Elements of Sequencing and Scheduling. *John Wiley & Sons.*
- Bedworth D.D, dan Bailey J.E. (1987). Integrated Production Control System. *John Wiley & Sons.*
- Chandra, D. R. E., Suryadhini, P. P. dan Kurniawati, A. (2011). Penjadwalan Produksi Jobshop Menggunakan Metode Branch and Bound Untuk Meminimasi Makespan DI PT XYZ. *Proceeding Seminar Nasional Teknik Industri & Kongres BKSTI VI 2011*, 86.
- Chaudhari, C. V. dan Mukhopadhyay, S. K. (2003). Application of Theory of Constraints in an integrated poultry industry. *International Journal of Production Research*, 41(4), 799–817.
- Cox III, J. F. dan Schleier, J. G. (2010). *Theory of Constraints Handbook*
- Dettmer, H.W. (1997). Goldratt's Theory of Constraints: A Systems Approach to Continuous Improvement. *ASQC Quality Press, Milwaukee, WI.*
- Esna, U. dan Budisantoso, P. (2013). Business Process Improvement in Commercial Ship Division of PT . X: A Theory of Constraints Thinking Process Approach. *Jurnal TEKNIK POMITS Vol. 2. No. 1.(2013) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)*, 2(1).
- Goldratt E. M. dan Cox J. (1992). *The Goal. 2<sup>nd</sup> Croton-on-Hudson, NY: North River Press*
- Gupta, M. C. dan Boyd, L. H. (2008). Theory of Constraints: A Theory for Operations Management. *International Journal of Operations & Production Management*, 28(10), 991–1012.

- Klein, D.J. dan Debruine, M. (1995), A thinking process for establishing management polices. *Review of Business*, Vol. 16 No. 3, pp. 31-7.
- Lacerda, D. P., Cassel, R. A. dan Rodrigues, L. H. (2010). Service Process Analysis Using Process Engineering and The Theory of Constraints Thinking Process. *Business Process Management Journal*, 16(2), 264–281.
- Mabin, V. (1999). Goldratt's Theory of Constraints " Thinking Processes ": A Systems Methodology Linking Soft With Hard. Victoria University of Wellington.
- Mabin V. J. dan Balderstone S. J. (2003). The Performance of the Theory of Constraints Methodology: Analysis and Discussion of Successful TOC Applications. *International Journal of Operations and Production Management*, 23(6), pp. 568-595.
- Moreira, M. R. A., Castaño, J. D. M., Sousa, P. S. A. dan Meneses, R. F. C. (2014). Applying Goldratt's Framework to the Banking System. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, 107–118.
- Nagarkatte, U dan Oley, N. (2011). Theory of Constraints And Thinking Processes In Academia. Medgar Evers College.
- Reid, R. A. dan Cormier, J. R. (2003). Applying the TOC TP: A Case Study in The Service Sector. *Managing Service Quality*, 13, 349–369.
- Scoggin, J. M., Segelhorst, R. J. dan Reid, R. A. (2003). Applying the TOC Thinking Process in Manufacturing: A Case Study. *International Journal of Production Research*, 41(4), 767–797.
- Smith, M. dan Pretorius, P. (2003). Application of The TOC Thinking Processes To Challenging Assumptions of Profit and Cost Centre Performance Measurement. *International Journal of Production Research*, 41(4), 819–828.
- Umble, M., Umble, E. dan Murakami, S. (2006). Implementing theory of constraints in a traditional Japanese manufacturing environment: The case of Hitachi Tool Engineering. *International Journal of Production Research*, 44(10), 1863–1880.
- Yang, C. L., Hsu, T. S. dan Ching, C. Y. (2002). Integrating the Thinking Process into the Product Design Chain. *Journal of Industrial Technology*, 18(2), 1–6.

Youngman, K. J. (2003-2009). A Guide To Implementing the Theory of Constraints (TOC). Diakses 4 Mei 2016 dari <http://www.dbrmfg.co.nz>



## ISO 261/68/262/R724



$D_2, d_2 = \text{Dia. tengah}$   
 $D_2 = d_2 = d - 0,649 P$   
 $D_1 = d - 1,082 P$   
 $d_3 = d - 1,226 P$   
 $H = 0,866 P$   
 $H_1 = 0,541 P$   
 $h_3 = 0,613 P$   
 $R_1 = 0,144 P$   
 $R_2 = 0,072 P$

Penunjukan dari ulir metrik ISO, diameter nominal  $d = 5 \text{ mm} : M 5$ .

Diameter nominal $d = D$	Gang $P$	Diameter Tengah $d_2 = D_2$	Baut		Mur	
			Diameter terkecil $d_3$	Luas tegangan tarik $A_s \text{ } ^{1}(\text{mm}^2)$	Diameter terkecil $D_1$	Diameter mata bor
M 1	0,25	0,838	0,69	0,46	0,73	0,75
M 1,2	0,25	1,038	0,89	0,73	0,93	0,95
M 1,6	0,35	1,373	1,71	1,27	1,22	1,25
M 2	0,4	1,740	1,51	2,07	1,57	1,6
M 2,5	0,45	2,208	1,95	3,39	2,01	2
M 3	0,5	2,675	2,39	5,03	2,46	2,5
M 4	0,7	3,545	3,14	8,78	3,24	3,3
M 5	0,8	4,480	4,02	14,2	4,13	4,2
M 6	1	5,350	4,77	20,1	4,91	5
M 8	1,25	7,188	6,47	36,6	6,65	6,8
M 10	1,5	9,026	8,16	58,0	8,37	8,5
M 12	1,75	10,863	9,85	84,3	10,10	10,2
(M 14)	2	12,700	11,55	115	11,83	12
M 16	2	14,701	13,55	157	13,83	14
(M 18)	2,5	16,376	14,93	192	15,29	15,5
M 20	2,5	18,376	16,93	245	17,29	17,5
(M 22)	2,5	20,376	18,93	303	19,29	19,5
M 24	3	22,051	20,32	353	20,75	21
(M 27)	3	25,051	23,32	459	23,75	24
M 30	3,5	27,727	25,71	561	26,21	26,5
(M 33)	3,5	30,726	28,71	693	29,21	29,5
M 36	4	33,402	31,09	817	31,67	32
(M 39)	4	36,401	34,09	975	34,67	35
M 42	4,5	39,077	36,48	1120	37,13	37,5
(M 45)	4,5	42,077	39,48	1306	40,13	40,5
M 48	5	44,752	41,87	1470	42,59	43
(M 52)	5	48,752	45,87	1758	46,59	47
M 56	5,5	52,427	49,25	2030	50,04	50,5
(M 60)	5,5	56,427	53,25	2362	54,04	54,5
M 64	6	60,102	56,64	2676	57,50	58
(M 68)	6	64,102	60,64	3055	61,50	62

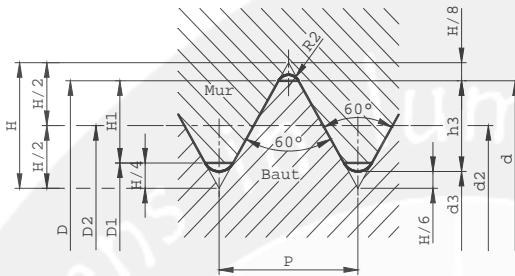
Ukuran-ukuran nominal dalam kurung ( ) adalah pilihan kedua sebaiknya dihindarkan.

Diameter mata bor = diameter pilihan – gang.

$$\text{Luas tegangan tarik } A_s = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$



**ISO 261, 262**



$D_2, d_2$  = Dia. tengah  
 $D_2 = d_2 = d - 0,64952 P$   
 $D_1 = d - 1,08253 P$   
 $d_3 = d - 1,22687 P$   
 $H = 0,86603 P$   
 $H_1 = 0,54127 P$   
 $h_3 = 0,61343 P$   
 $R_1 = 0,14434 P$   
 $R_2 = 0,07217 P$

Penunjukan dari ulir metrik halus ISO dengan nominal diameter  $d = 30$  mm dan pitch  $p = 2$  mm ; M 30 x 2.

Diameter nominal $d = D$	Gang-gang			
	Pilihan	Pilihan lain		
M 4	0,5			
M 5	0,5			
M 6	0,75			
M 8	1			0,75
M 10	1,25		1	0,75
M 12	1,25	1,5	1	
(M 14)	1,25	1,5	1	
M 16	1,5		1	
(M 18)		2	1,5	1
M 20	1,5	2	1,5	1
(M 22)		2	1,5	1
M 24	2		1,5	1
(M 27)		2	1,5	1
M 30	2		1,5	1
(M 33)		2	1,5	
(M 35)	1,5			
M 36	3	2	1,5	
(M 39)			3	2
M 42	3	4	3	2
(M 45)		4	3	2
M 48	3	4	3	2
(M 52)		4	3	2
M 56	4		3	2
(M 60)		4	3	2
M 64	4		3	2
(M 68)		4	3	2
M 72	4	6	4	3
(M 76)		6	4	3
M 80	4	6	4	3
(M 85)		6	4	3
M 90	4	6	4	3
M 100	4	6	4	3

Gang P	Diameter tengah $D_2 = d_2$	Baut diameter terkecil $d_1$	Mur diameter terkecil $D_1$
0,5	$d - 0,325$	$d - 0,61$	$D - 0,54$
0,75	$d - 0,487$	$d - 0,92$	$D - 0,81$
1	$d - 0,649$	$d - 1,22$	$D - 1,08$
1,25	$d - 0,811$	$d - 1,53$	$D - 1,35$
1,5	$d - 0,974$	$d - 1,84$	$D - 1,62$
2	$d - 1,299$	$d - 2,45$	$D - 2,16$
3	$d - 1,948$	$d - 3,68$	$D - 3,24$
4	$d - 2,598$	$d - 4,90$	$D - 4,33$
6	$d - 3,897$	$d - 7,36$	$D - 6,29$

Diameter nominal dalam kurung ( ) adalah pilihan kedua dan harus dihindarkan.

\* Hanya untuk busi mesin.

\*\* Hanya untuk mur pengunci bantalan.

\*\*\* Diameter pengetapan = Nominal  $\varnothing$  - gang.

$$\text{Luas tegangan tarik } A_s = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

**ISO 263/R 725**


Yang dimaksud dari ulir : Nr. 1 - 64 UNC  
atau : 1/4 - 20 UNC

1/4 = diameter (inch) = kasar (coarse)

64/20 = jumlah ulir tiap inch

Diameter nominal d = D	Gang P	Diameter Tengah d2 = D2	Baut			Mur	
			Diameter terbesar d (mm)	Kedalam-an h <sub>3</sub> (mm)	Radius r (mm)	Diameter terkecil D <sub>1</sub> (mm)	Kedalaman H <sub>1</sub> (mm)
Nr 1-64UNC	0,396	1,596	1,79	0,24	0,05	1,5	0,21
Nr 2-56UNC	0,453	1,889	2,11	0,27	0,06	1,78	0,24
Nr 3-48UNC	0,529	2,17	2,44	0,32	0,07	2,04	0,28
Nr 4-40UNC	0,635	2,432	2,76	0,38	0,09	2,27	0,34
Nr 5-40UNC	0,635	2,762	3,09	0,38	0,09	2,59	0,34
Nr 6-32UNC	0,794	2,989	3,4	0,48	0,11	2,77	0,42
Nr 8-32UNC	0,794	3,65	4,06	0,48	0,11	3,41	0,42
Nr10-24UNC	1,058	4,138	4,7	0,64	0,15	3,82	0,57
Nr12-24UNC	1,058	4,798	5,36	0,64	0,15	4,47	0,57
1/4-20UNC	1,27	5,525	6,22	0,78	0,18	5,12	0,68
5/16-18UNC	1,411	7,02	7,79	0,86	0,2	6,56	0,76
3/8-16UNC	1,588	8,493	9,37	0,97	0,22	7,97	0,85
7/16-14UNC	1,814	9,777	10,94	1,11	0,26	9,34	0,98
1/4-13UNC	1,954	11,43	12,52	1,19	0,28	10,81	1,05
9/16-12UNC	2,117	12,912	14,1	1,29	0,3	12,21	1,14
5/8-11UNC	2,309	14,375	15,68	1,41	0,33	13,62	1,25
3/4-10UNC	2,54	17,4	18,84	1,55	0,36	16,57	1,37
7/8-9UNC	2,82						
1-8UNC	3,175						
1 1/8-7UNC	3,628						
1 1/4-7UNC	3,628						
1 3/8-6UNC	4,23						
1 1/2-6UNC	4,23						
1 3/4-5UNC	5,08						
2-4 1/2UNC	5,64						
2 1/4-4 1/2UNC	5,64						
2 1/2-4UNC	6,35						
2 3/4-4UNC	6,35						
3-4UNC	6,35						
3 1/4-4UNC	6,35						
3 1/2-4UNC	6,35						
3 3/4-4UNC	6,35						
4-4UNC	6,35						



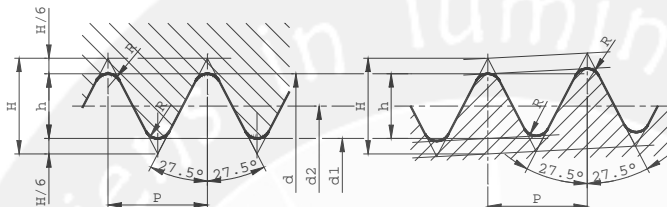
## Tabel Ulir Pipa

Ulir pipa kerucut digunakan untuk tujuan-tujuan perapat dari sambungan-sambungan pipa (supaya tidak bocor), seperti fitting, flen dan sejenisnya. Ulir pipa silindris diameter (d...) dan jumlah pitch yang sama.

### Bentuk ulir pipa

Ulir dalam silindris

Ulir luar kerucut



### Panjang ulir

Ulir dalam silindris

Ulir luar kerucut



Penunjukan dari ulir pipa silindris 3/4" : R3/4.

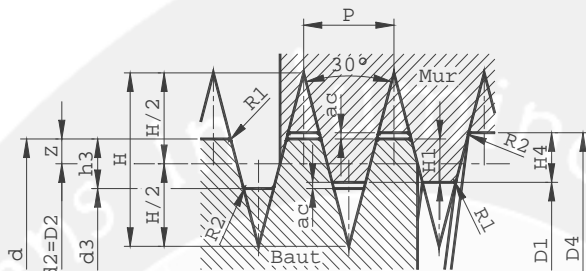
Penunjukan dari ulir pipa kerucut 3/4" : R3/4 kerucut.

Ukuran dalam mm.

Penun- jukan	Diameter pada bidang ukur			Jumlah ulir 1 inch z	Ulir luar		Ulir dalam minimal panjang Ulir berfungsi l <sub>2</sub>
	Diameter terbesar d	Diameter tengah d <sub>2</sub>	Diameter terkecil d <sub>1</sub>		Panjang penguku- ran	Minimal panjang ulir l <sub>1</sub>	
R 1/8"	9,72	9,14	8,56	28	4,0	6,5	7,4
R 1/4"	13,15	12,30	11,44	19	6,0	9,7	11,0
R 3/8"	16,66	15,80	14,95	19	6,4	10,1	11,4
R 1/2"	20,95	19,79	18,63	14	8,2	13,2	15,0
R 3/4"	26,44	25,28	14,11	14	9,5	14,5	16,3
R 1	33,24	31,77	30,29	11	10,4	16,8	19,1
R 1 1/4"	41,91	40,43	38,95	11	12,7	19,1	21,4
R 1 1/2"	47,80	46,32	44,84	11	12,7	19,1	21,4
R 2	59,61	58,13	56,65	11	15,9	23,4	25,7



Kelonggaran hanya untuk bidang datar ulir dan tanpa kelonggaran pada bidang miring ulir.



$$\begin{aligned}
 H &= 1,866 P \\
 H_1 &= 0,5 P \\
 H_3 &= H_4 = 0,5 P \tan \alpha \\
 Z &= 0,25 P \\
 D_1 &= d - P \\
 R_1 \max &= 0,5 ac \\
 R_2 \max &= ac
 \end{aligned}$$

Penunjukan dari ulir tunggal Trapesium  
 $D = 48 \text{ mm}$ ,  $P = 8 \text{ mm}$ ,  $Tr = 48 \times 8$

Penunjukan dari ulir majemuk Trapesium  
 $D = 48 \text{ mm}$ ,  $Kisar = 16 \text{ mm}$ ,  $P = 8 \text{ mm}$ ,  $Tr = 48 \times 16 (P8)$ .

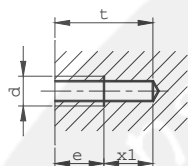
Ukuran dalam mm

Baut		Mur		Diameter tengah $d_2 = d_2$	Gang $P$	Kelong- garan $a_c$	$H_1$	Radius maximum $R_1$
Diameter nominal $d$	Diameter terkecil $d_3$	Diameter terbesar $D_4$	Diameter terkecil $D_1$					
8	6,2	8,3	6,5	7,25	1,5	0,15	0,75	0,08
10	7,5	10,5	8	9	2	0,25	1	0,13
12	8,5	12,5	9	10,5	3	0,25	1,5	0,13
(14)	10,5	14,5	11	12,5	3	0,25	1,5	0,13
16	11,5	16,5	12	14	4	0,25	2	0,13
(18)	13,5	18,5	14	16	4	0,25	2	0,13
20	15,5	20,5	16	18	4	0,25	2	0,13
(22)	16,5	22,5	17	19,5	5	0,25	2,5	0,13
24	18,5	24,5	19	21,5	5	0,25	2,5	0,13
(26)	20,5	26,5	21	23,5	5	0,25	2,5	0,13
28	22,5	28,5	23	25,5	5	0,25	2,5	0,13
(30)	24,5	31	24	27	6	0,5	3	0,25
32	25	33	26	29	6	0,5	3	0,25
(34)	27	35	28	31	6	0,5	3	0,25
36	29	37	30	33	6	0,5	3	0,25
40	32	41	33	36,5	7	0,5	3,5	0,25
44	36	45	37	40,5	7	0,5	3,5	0,25
48	39	49	40	44	8	0,5	4	0,25
52	43	53	44	48	8	0,5	4	0,25
60	50	61	51	55,5	9	0,5	4,5	0,25
70	59	71	60	65	10	0,5	5	0,25
80	69	81	70	75	10	0,5	5	0,25
90	77	91	78	84	12	0,5	6	0,25
100	81	101	88	94	12	0,5	6	0,25

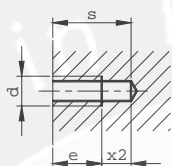
Ukuran nominal didalam kurung ( ) adalah pilihan kedua dan sebaiknya dihindarkan untuk rancangan-rancangan yang baru.

**LUBANG BERULIR UNTUK ULIR ISO METRIK**

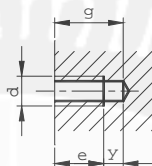
Lubang buntu panjang  
(bisa ditap pada mesin)



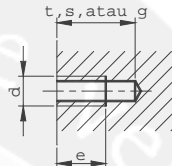
Lubang buntu normal



Lubang buntu pendek  
(tempat terbatas)



Ukuran



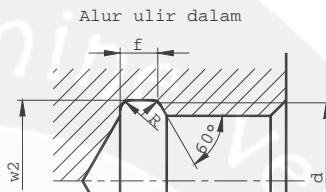
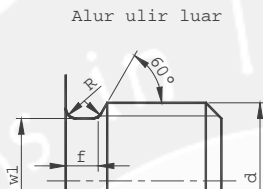
Dia. Nom.	Sisa lubang Lubang buntu			Petunjuk untuk jarak ulir dan kedalaman lubang bor <sup>1)</sup>											
	Panj.	Normal	Pend.	Penggunaan umum (Baja, Kuningan, dll)				Untuk bahan yang Ulet atau untuk jarak tak terbatas				Untuk paduan Aluminium			
				e = 1,5 ... 1,3d				e ≈ d				e ≈ 2d			
d	x <sub>1</sub> min.	x <sub>2</sub> min.	Y min.	e	t	s	g	e	t	s	g	e	t	s	g
M 1	2,5	1,8	1,2	1,5	4	3,3	2,7	1	3,5	2,8	2,2	2	4,5	3,8	3,2
M 1,2	2,5	1,8	1,2	1,8	4,3	3,6	3	1,2	3,7	3	2,4	2,4	4,9	4,2	3,6
M 1,6	3,2	2,2	1,5	2,4	5,6	4,6	3,9	1,6	4,8	3,8	3,1	3,2	6,4	5,4	4,7
M 2	3,5	2,5	1,5	3	6,5	5,5	4,5	2	5,5	4,5	3,5	4	7,5	6,5	5,5
M 2,5	4,0	3	2	3,7	7,7	6,7	5,7	2,5	6,5	5,5	4,5	5	9	8	7
M 3	5,0	3	2	4,5	9,5	7,5	6,5	3	8	6	5	6	11	9	8
M 4	6,0	3,5	2,5	6	12	9,5	8,5	4	10	7,5	6,5	8	14	11,5	10,5
M 5	8,0	4	2,5	8	16	12	10,5	5	13	9	7,5	10	18	14	12,5
M 6	10	6	4	10	20	16	14	7	17	13	11	13	23	19	17
M 8	12	8	4	12	24	20	16	8	20	16	12	16	28	24	20
M 10	13	9	4	15	28	24	19	10	23	19	14	18	31	27	22
M 12	16	11	5	18	34	29	23	13	29	24	18	25	41	36	30
M 16	16	11	5	22	38	33	27	17	33	28	22	32	48	43	37
M 20	18	12	6	28	46	40	34	20	38	32	26	38	56	50	44
M 24	22	15	7	32	54	47	39	25	47	40	32	48	70	63	55
M 30	-	17	8	40	-	57	48	30	-	47	38	58	-	75	66
M 36	-	19	9	48	-	67	57	35	-	54	44	70	-	89	79
M 42	-	11	11	55	-	78	66	42	-	65	53	82	-	105	93
M 48	-	12	12	62	-	83	74	48	-	74	60	95	-	121	107

<sup>1)</sup> Ukuran e, t, s dan g dapat diganti, tetapi ukuran-ukuran minimum x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, dan y harus diperhatikan.

**ALUR UNTUK ULIR LUAR DAN ULIR DALAM**

Ukuran-ukuran berlaku untuk ulir ISO metrik normal dan ulir ISO metrik halus.

( ukuran-ukuran untuk ulir lain dapat disesuaikan dengan gang dan diameter ).



Ukuran dalam mm.

Ulir			Alur					
Gang P	ISO metrik normal d	ISO metrik halus d	Normal		Lebar		Ulir luar W <sub>1</sub>	Ulir dalam W <sub>2</sub>
			f	R	f	R		
0,4	M 2	M 4; M 5	1,1	0,3	1,5	0,4	d - 0,7	-
0,45	M 2,5		1,1	0,3	1,5	0,4	d - 0,7	
0,5	M 3		1,1	0,3	1,5	0,4	d - 0,8	
0,7	M 4		1,5	0,4	2	0,6	d - 1,1	
0,75	M 5 M 6 M 8	M 6	1,5	0,4	2	0,6	d - 1,2	d + 0,3
0,8		M 8	1,5	0,4	2,5	0,6	d - 1,3	
1			2	0,6	3	0,8	d - 1,6	
1,25		M 10; M 12	2,5	0,6	4	1	d - 1,9	
1,5	M 10	M 16; M 20	3	0,8	5	1,2	d - 2,3	d + 0,5
1,75	M 12	M 24; M 30	4	1	6	1,6	d - 2,6	
2	M 16		4	1	6	1,6	d - 2,9	
2,5	M 20		5	1,2	7	2	d - 3,6	
3	M 24	M 36; M 42; M 48	6	1,6	9,5	2,5	d - 4,3	
3,5	M 30	M 56; M 64; M 72	6	1,6	9,5	2,5	d - 5	
4	M 36		7	2	11	3	d - 5,7	
4		M 80; M 90; M 100	7	2	11	3	d - 5,7	
4,5	M 42		9,5	2,5	14	3	d - 6,3	
5	M 48		9,5	2,5	14	3	d - 7	

<sup>1)</sup> Alur normal untuk ulir luar disarankan agar dipotong dengan pahat pembuat alur atau dengan pemotong ulir.

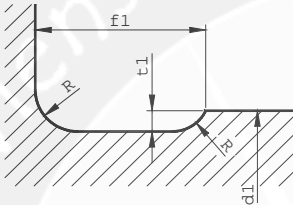
<sup>2)</sup> Alur lebar untuk ulir luar disarankan agar dipotong dengan peralatan pembuat ulir, roll, dan lain-lain, dan untuk membuat ulir dalam dipotong dengan tap.



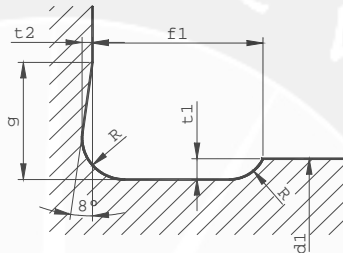
### 1. Ukuran-ukuran untuk alur pembebas (Undercut)

Gambar dibawah ini memperlihatkan gambar undercut luar, ukuran-ukurannya dapat digunakan untuk undercut dalam. Undercut ini untuk hasil modifikasi dari tipe undercut. Din 509, serta dapat dipakai di bengkel PMB dan untuk pembuatannya menggunakan alat-alat bubut seperti yang dipakai untuk membuat undercut ulir.

Tipe E' untuk bagian-bagian dengan satu permukaan dikerjakan oleh mesin.



Tipe F' untuk bagian-bagian dengan dua permukaan saling tegak lurus yang dikerjakan oleh mesin.



Poros $\varnothing$ $d_1$	R	$F_1$	$T_1$ $+0,1$ 0	G $\approx$	$T_2$ $+0,1$ 0	Chamfer minimum*
1,6 – 3	0,2	1,1	0,1	0,9	0,1	-
> 3 – 20	0,4	1,6	0,2	1,1	0,1	-
> 10 – 18	0,6	2,1	0,2	1,4	0,1	-
> 18 – 50	1	2,5	0,3	2,4	0,2	-
> 50 – 80	1,6	4	0,3	3,1	0,2	0,5
> 80 – 125	2,5	5	0,4	4,8	0,3	1,2

\* Untuk pasangan undercut tipe F'.

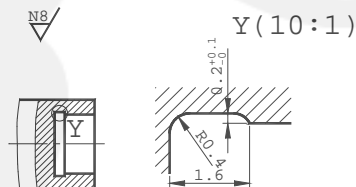
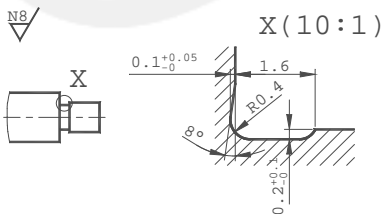
Catatan : untuk beberapa undercut yang terdapat pada satu benda kerja dapat dengan ukuran-ukuran yang sama untuk memudahkan dalam pembuatan, walaupun diameternya berbeda.

### 2. Penggambaran

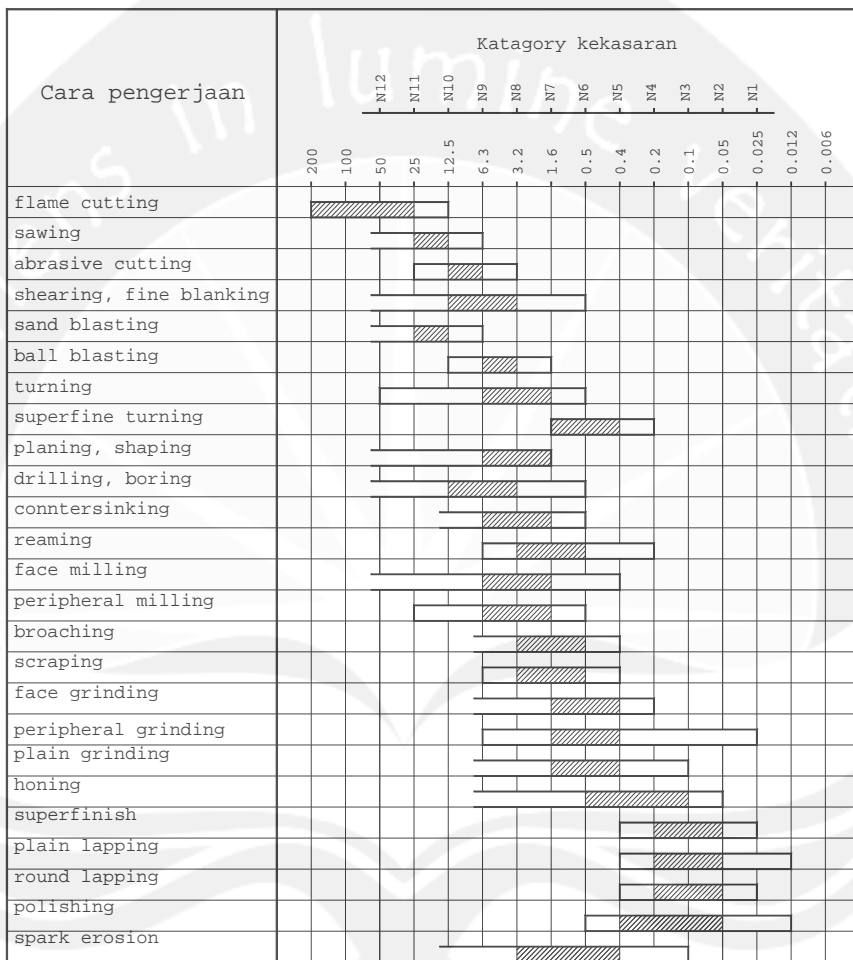
Alur pembebas (undercut) harus digambar dan lengkap dengan ukuran-ukuran pada gambar, jika tidak ada permintaan khusus, kekasaran permukaan adalah N8.

Contoh : undercut luar tipe F'

Contoh : undercut dalam tipe E'



- Harga kekasaran dengan simbol = N
- Tingkat kekasaran dengan angka = 1 hingga 12
- Harga kekasaran Ra dalam satuan =  $\mu\text{m}$




  
 kasar    normal    halus

- Kasar = harga kekasaran permukaan yang dicapai dengan pengerjaan kasar.
- Normal = harga kekasaran permukaan yang dicapai dengan pengerjaan normal/sedang.
- Halus = harga kekasaran permukaan yang dicapai dengan pengerjaan khusus/halus.

**polman****Angka-angka Referensi****Angka referensi**

Basis umum untuk pekerjaan standar, misal tenaga, gaya, putaran, tekanan, isi wadah, dll.

**Ukuran-ukuran gambar normal**

Terutama untuk ukuran-ukuran utama, ukuran nominal, ukuran penghubung tenaga nominal.

Seri basis				Seri referensi			Seri referensi		
R5	R10	R20	R40	Ra5	Ra10	Ra20	Ra5	Ra10	Ra20
1	1	1	1	1	1	1	10	10	10
		1.06	1.06						
		1.12	1.12			1.1			11
	1.25	1.18	1.18		1.2	1.2		12	12
		1.25	1.25						
		1.32	1.32			1.4			14
		1.4	1.4						
		1.5	1.5			1.6			16
1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	16	16	16
		1.7	1.7			1.8			18
		1.8	1.8						
	2	1.9	1.9		2	2		20	20
		2	2						
		2.12	2.12			2.2			22
		2.24	2.24						
		2.36	2.36			2.5			25
2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25	25	25
		2.65	2.65			2.8			28
		2.8	2.8						
		3	3			3			32
	3.15	3.15	3.15		3	3		32	32
		3.35	3.35			3.5			36
		3.55	3.55						
		3.75	3.75						
4	4	4	4	4	4	4	40	40	40
		4.25	4.25			4.5			45
		4.5	4.5						
		4.75	4.75						
	5	5	5		5	5		50	50
		5.3	5.3			5.5			56
		5.6	5.6						
		6	6			6			63
6.3	6.3	6.3	6.3	6	6	6	63	63	63
		6.7	6.7			7			70
		7.1	7.1						
		7.5	7.5			8			80
	8	8	8		8	8		80	80
		8.5	8.5			9			90
		9	9						
		9.5	9.5			10			100
10	10	10	10	10	10	10	100	100	100

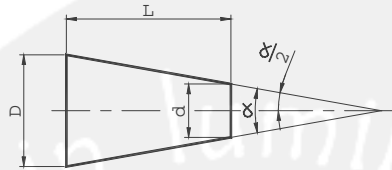
Mengalikan atau membagi dengan 10,100, 1000 dst, angka-angka referensi bisa diperoleh. Disini tidak berlaku untuk angka-angka pembulatan, karena sebagian dari angka diatas sudah dibulatkan.

Jenis suaian (fit)		Suaian rekomendasi	Ciri-ciri perakitan	Penggunaan
pressfit	Pressfit kuat		Hanya dapat dirakit dengan tekanan atau perbedaan temperatur gaya ikatan kuat.	Hubungan roda gigi dan roda gila flens pada poros.
	Pressfit menengah	H7/s6 P7/h6* H7/r6 H7/p6	Hanya bisa dirakit dengan tekanan atau perbedaan temperatur, gaya ikatan kuat.	Hubungan kopling, bus bantalan pada rumah, roda atau batang engkol, lapisan perunggu pada hub.-hub, besi tuang.
Transition fit	Interference fit	H7/p6 N7/h6*	Dirakit dengan tekanan.	Rotor pada poros motor, ring gigi pada roda.
	Wringing fit	K7/h6 H7/k6	Dirakit dengan palu tangan.	Puli, kopling, roda gigi, roda gila, pemasangan roda kemudi dengan tuas.
	Close sliding fit	H7/j6 H7/js6	Dirakit dengan tangan.	Puli, roda gigi, roda kemudi, dan bus bantalan untuk dipasang dengan mudah.
Clearance fit		H7/h6 H8/h9 ----- H9/h9* H11/h9 H11/h11	Masih bisa digerakkan tangan selama ada pelumasan.	Sarung senter kepala lepas, roda gigi pengganti, kerah pengencang, pengarah. ----- Bagian-bagian yang mudah dirakit, bus antara, poros hll dibuat dengan proses tarik dingin
	Close running fit	G7/h6* H7/g6	Dapat bergerak tanpa memperhatikan kelonggaran.	Bantalan, peluncur presisi.
	Running fit	H7/f7 F8/h6* H8/f7 F8/h9*	Perlu diperhatikan kelonggaran.	Bantalan dengan kelonggaran yang perlu diperhatiakn, bantalan poros engkol dan batang engkol, bus bantalan pada poros.
	Light running fit	H8/g8 E9/h9	Kelonggaran agak besar.	Pemakaian bantalan pada poros yang panjang, bantalan yang dipakai pada mesin-mesin pertanian.
	Large running fit	H8/d9 D10/h9* H11/d9 D10/h11*	Kelonggaran besar.	Penggunaan poros dalam mesin peralatan dan mesin torak dengan pemakaian bantalan jarak. Torak hidrolik yang bergerak dalam silinder, penggunaan bantalan luncur untuk temperatur tinggi.
	Fit with big clearance and tolerance	C11/h9* C11/h11* H11/c11 A11/h11* H11/a11	Kelonggaran sangat besar.	Pena pengunci, pegas dan penyangga rem, untuk bantalan yang mempunyai temperatur tinggi maupun berbahaya karena kotoran dan tidak cukup pelumas.

\* Sistem Basis Poros



Definisi



$$C = \frac{D - d}{L} = 2 \cdot \tan \frac{\alpha}{2} = 1 : \frac{1}{2C} \cot \frac{\alpha}{2}$$

rasio tirus ;

rasio ketirusan tidak ada besarnya

$$\frac{1}{2} \cot \frac{\alpha}{2} = 20$$

Contoh: C = 1 : 2; artinya L = 20 mm  
D - d = 1 mm

Rasio tirus C		Sudut tirus $\alpha$	Sudut setting	Contoh penggunaannya
Seri 1 <sup>(1)</sup>	Seri 2			
1:3,429 7:24		16°35'40" 16,5943°	8°17'50"	Tirus ISO. Spindel peralatan mesin. Suaian-suaian peralatan.
1:0,288675		120 °	60°	Lubang kontersang pengaman untuk lubang senter
1:0,5		90 °	45°	Harga tirus untuk skrup kontersang, paku keling kontersang.
1:0,866025		60 °	30°	Penitik senter, tirus penyekatan, pencekam collet.
1:1,207107		45 °	22°30'	Batang pengukur dan balok-balok pengukur.
1:1,866025		30 °	15°	Pencekam collet tekan.
1:3		18°55'28,7" 18,924644°	9°27'44"	Alat penyambung pipa (karet, plastik) untuk udara bertekanan.
	1:4	14°15'0,1" 14,250033°	7°7'30"	Ujung spindel.
1:5		11°25'16,3" 11,421186°	5°42'38"	Bagian mesin yang mudah dilepas, kopling gesek.
	1:6	9°31'38,2" 9,527283°	4°45'49"	Ketirusan penyekat (seal) untuk sambungan.
1:10		5°43'29,3" 9,724810°	2°51'45"	Ujung poros, kopling, bus bantalan yang bisa diatur.
	1:12	4°45'18,8" 4,771888°	2°23'9"	Sarung penjepit untuk bantalan bola.
1:20		2°51'51,1" 2,864192°	1°25'56"	Tirus metrik untuk tangkai peralatan.
	1:30	1°54'34,9" 1,909682°	57'17"	Reamer dinding, bor dinding.
1:50		1°8'45,2" 1,145877°	34'23"	Pena tirus.
1:100		34'22,6" 0,572953 °	17'11"	Ulir pipa bor untuk pengeboran yang dalam.

1) Harga-harga yang dianjurkan.



**Simbol-simbol tanpa perintah tambahan :**

Simbol dasar/pokok yang tidak mempunyai arti untuk pengerjaan.	✓
Permukaan harus dikerjakan, simbol pokok ditambah garis mendatar.	
Permukaan tidak boleh dikerjakan sedikitpun, simbol pokok ditambah lingkaran.	⊙

**Simbol-simbol dengan harga kekasaran yang dikehendaki :**

Harga kekasaran yang harus dicapai dengan mesin misal : N6.	N6/✓
Harga kekasaran yang harus dicapai dengan mesin atau tanpa mesin.	
Harga kekasaran yang harus dicapai tanpa dikerjakan sedikitpun.	

**Simbol-simbol dengan tambahan perintah pengerjaan :**

Perintah harus dikerjakan dengan mesin yang dikehendaki (mesin gerinda).	✓ DIGERINDA
Harus diberi ukuran kelebihan, untuk pengerjaan berikutnya.	0,3 ✓
Arah alur/serat permukaan, bekas pengerjaan dengan mesin : ⊥ ; = ; X ; M ; C ; R.	✓ ⊥

**Letak-letak perintah, harga kekasaran dan simbol :**

- a = Katagori kekasaran atau harga kekasaran Ra dalam m.
- b = Cara/proses pengerjaan.
- c = Ukuran yang dilebihkan.
- d = Arah alur/serat bekas pengerjaan.
- e = Panjang yang diperbolehkan.



**polman****Toleransi Umum****ISO 2768****Toleransi umum untuk penunjukan ukuran**












Ukuran nominal mm		0,5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000
Penyimpangan yang diijinkan	Halus	$\pm 0,5$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$
	Sedang	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$
	Kasar	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 2$	$\pm 3$

**Toleransi umum untuk radius dan chamfer**





Ukuran nominal mm		0,5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000
Penyimpangan yang diijinkan	Halus + sedang	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 4$	$\pm 8$
	Sedang	$\pm 0,5$	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 4$	$\pm 8$	$\pm 16$

**Toleransi umum untuk penunjukan sudut**

Panjang dari sisi terpendek mm		Sampai - 10	>10 - 50	>50 - 120	>120 - 400
Penyimpangan yang diijinkan	Derajat & menit	$\pm 1^{\circ}$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$
	Per 100 mm	$\pm 1,8$	$\pm 0,9$	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$

Simbol dan sifat toleransi			Contoh penggunaan		
			Daerah toleransi	Penunjukan	Artinya
Bentuk ukuran tunggal		Kelurusan			Sumbu bagian yang silindris, kelurusannya boleh menyimpang dalam batas daerah silindris sebesar $\varnothing t = 0.03$ mm.
		Kerataan			Kerataan permukaan boleh menyimpang $t = 0.05$ mm, diukur dari dua bidang sejajar.
		Bentuk kebulatan			Penyimpangan ukuran tiap-tiap penampang yang diperbolehkan $t = 0.02$ mm diukur dari dua penampang lingkaran yang sesumbu.
		Silindritas			Penyimpangan keliling silinder diukur berdasarkan perbedaan yang diperbolehkan $t = 0.05$ mm, pada dua lingkaran yang berbeda yang sesumbu.
		Bentuk suatu sisi			Bentuk yang diharapkan boleh menyimpang antara dua garis sejajar, mengikuti bentuk dengan jarak $\varnothing t = 0.08$ mm, sumbu $\varnothing t$ tepat berada pada garis bentuk yang diharapkan.
		Bentuk permukaan suatu			Permukaan yang diharapkan boleh menyimpang antara dua permukaan sejajar mengikuti bentuk dengan jarak $\varnothing t = 0.08$ mm. sumbu $\varnothing t$ tepat berada pada permukaan yang diharapkan.
Posisi ukuran berpasangan	Arah		Kesejajaran suatu garis (sumbu) terhadap garis basis		Kesejajaran sumbu atas boleh menyimpang dalam daerah silindris $\varnothing t = 0.1$ mm terhadap sumbu yang bawah.
			Kesejajaran suatu permukaan terhadap permukaan basis		Sebagian daerah dari permukaan atas dengan panjang 100 mm harus dicapai dengan penyimpangan 0.01 mm antara dua permukaan sejajar. Permukaan atas tergantung permukaan bawah (permukaan basis).
			Ketegaklurusan suatu garis (sumbu) terhadap permukaan basis		Sumbu pivot boleh menyimpang ketegaklurusannya sebesar $t = 0.05$ mm diukur dari permukaan basis.
			Ketegaklurusan suatu permukaan terhadap permukaan basis		Ketegaklurusan permukaan harus dicapai antara dua permukaan yang saling tegak lurus dengan penyimpangan 0.08 mm. keadaan permukaan yang lain tergantung permukaan basis A.
			Kedudukan sudut		Kedudukan sudut lubang $60^\circ$ , boleh menyimpang terhadap bidang basis sebesar $t = 0.1$ mm, diukur dari dua garis sejajar yang bersudut $60^\circ$ terhadap bidang patokan A.



Simbol dan sifat toleransi			Contoh penggunaan		
			Daerah toleransi	Penunjukan	Artinya
Posisi ukuran berpasangan	Tempat		Kedudukan		Sumbu lubang boleh menyimpang sebesar $\varnothing t = 0.05$ mm. sumbu silinder terletak pada garis perpotongan yang diminta (50,100)
			Konsetrisitas		Sumbu poros yang ditoleransi boleh menyimpang sebesar daerah silinder $\varnothing t = 0.03$ mm. sumbu daerah silinder harus sesumbu dengan sumbu patokan A.
			Kesimetrian		Bidang alur harus ditengah-tengah boleh menyimpang dengan batasan dua bidang yang sejajar dengan jarak $t = 0.08$ mm. kesimetrian diukur terhadap sumbu A.
	Bergerak		Penyimpangan		Penyimpangan permukaan yang ditoleransi terhadap sumbunya tidak boleh lebih besar $t = 0.02$ mm, diukur pada posisi putaran benda dengan sumbu patokan A.
			Penyimpangan		Penyimpangan tidak boleh lebih besar $0.01$ mm ( $t$ ) pada suatu bidang ukur selama satu putaran penuh. Sumbu sekutu pada permukaan A dan B.

Modulus elastisitas E dan koefisien kontraksi melintang  $\mu$ .

Material	E in N/mm <sup>2</sup>	$\mu$
Aluminium	70500	0,34
Paduan Aluminium	61000 bis 76500	$\approx$ 0,33
Bronze	108000 bis 124000	0,35
Besi	$\approx$ 206000	0,28
Emas	77500	0,42
Besi Tuang Kelabu	78500 bis 12800	$\approx$ 0,25
Tembaga	123000	0,35
Paduan Tembaga	113000 bis 123000	$\approx$ 0,34
Magnesium	28500	
Paduan Magnesium	39200 bis 44400	$\approx$ 0,3
Kuningan	78500 bis 118000	0,35
Perak	80000	0,38
Baja	196000 bis 206000	0,3
Besi Tuang Duktal	$\approx$ 167000	$\approx$ 0,25
Titan	108000	0,27
Paduan Titan	103000 bis 123000	0,32 bis 0,38
Seng (Zn)	128000	0,2 bis 0,3
Timah Putih (Sn)	55400	0,33



**Simbol-simbol**

$\alpha$ Alpha	$\beta$ Beta	$\gamma$ Gamma	$\delta$ Delta	$\epsilon$ Epsilon	$\zeta$ Zeta	$\eta$ Eta
$\theta$ Theta	$\iota$ Jota	$\kappa$ Kappa	$\lambda$ Lambda	$\mu$ My	$\nu$ Ny	$\xi$ Ksi
$\omicron$ Omikron	$\pi$ Pi	$\rho$ Rho	$\sigma$ Sigma	$\tau$ Tau	$\upsilon$ Ypsilon	$\phi$ Phi
$\chi$ Chi	$\psi$ Psi	$\omega$ Omega				
A Alpha	B Beta	$\Gamma$ Gamma	$\Delta$ Delta	E Epsilon	Z Zeta	H Eta
$\Theta$ Theta	I Jota	K Kappa	$\Lambda$ Lambda	M My	N Ny	$\Xi$ Ksi
O Omikron	$\Pi$ Pi	P Rho	$\Sigma$ Sigma	T Tau	Y Ypsilon	$\Phi$ Phi
X Chi	$\Psi$ Psi	$\Omega$ Omega				

## Sistem Satuan Internasional SI

Seperti telah disebut pada standar ISO-1000 bahwa satuan SI ditetapkan berdasarkan keputusan konferensi internasional tentang ukuran dan berat.

Sistem ini memungkinkan adanya keseragaman dan simbol, terutama dalam bidang teknik permesinan sehingga ada baiknya bila lembaga-lembaga lain yang berkaitan menggunakan satuan SI.

Besaran & simbol	Satuan SI	Satuan lain	Konversi lama / baru	Rumus
Panjang	L	m		
Luas	A	m <sup>2</sup>		
Isi	V	m <sup>3</sup>		
Sudut	a. β. γ	rad	Radiant	°
			1 rad = 180°/π = 57,29° : 2π rad = 360°	
Massa	m	Kg	g.t	1 kg = Standar yang ada di Sevres
Berat jenis	ρ	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/dm <sup>3</sup>	1 kg/dm <sup>3</sup> = 10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>
Momen inersia massa	J	Kg/m <sup>2</sup>		1 kpm <sup>2</sup> = 9,81 kg m <sup>2</sup>
Waktu	t	S	Min,h,d	
Getaran	f	Hz	Hertz	1 Hz = 1/s
Kecepatan putar	n	1/s	1/min	
Kecepatan linier	v	m/s	Km/h	1 km/h = 0,278 m/s
Percepatan linier	a	m/s <sup>2</sup>		Percepatan Jatuh bebas g ≈ 9,81 m/s <sup>2</sup>
Kecepatan sudut	ω	Rad/s		
Percepatan sudut	a	Rad/s <sup>2</sup>		
Gaya	F	N	Newton	1 N = 1 kg m/s <sup>2</sup> ; 1 kp = 9,81 m/s <sup>2</sup>
Tekanan	p	Pa	Pascal	Bar.N/m <sup>2</sup>
Tegangan tarik/tegangan tekan	σ	N/m <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	1 pa = 1 N/M <sup>2</sup> = 10 <sup>-6</sup> bar 1 kp/cm <sup>2</sup> = 1 at = 9,81 Nm
Momen	M	Nm		1 Nm = 1 kg m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ; 1 kp m = 9,81 Nm
Energi	E	J	Joule	Ws.kWh
Usaha	W			1 jl = 1 Nm = 1 WS; 1 kWh = 3,5 MJ
Jumlah panas	Q			1 kpm = 9,81 J; 1 cal = 4,187 J 1 PS h = 2,648 MJ = 0,7366 kWh
Daya	P	W	Watt	1 W = 1 kg m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup> = 1 J/s = 1 Nm/s 1 ps = 735,5 W; 1 kcal/h = 1,163 W 1 kp m/s = 9,81 W
Arus listrik	I	A	Ampere	
Tegangan listrik	U	V	Volt	1 V = 1 W/A
Tahanan listrik	R	Ω	Ohm	1 Ω = 1 V/A
Muatan listrik	Q	C	Coulomb	1 C = 1 A.s; 1 A.h = 3600 A.s
Kapasitansi	C	F	Farad	1 F = 1 C/V = 1 A.s/V
Fuiks magnit	φ	Wb	Weber	1 Wb = 1 V.s = 1 W.s/A; 1 M = 10 <sup>6</sup> Wb
Kerapatan fluks	B	T	Tesla	1 T = 1 Wb/m <sup>2</sup> ; 1 G = 10 <sup>-4</sup> T
Suhu mutlak	T	K	Kelvin	°C
Kapasitas panas	C	J/K		1 kcal/grd = 4,187 kJ/K
Panas jenis	c	J/kgK		
Koefisien perpindahan panas	A	W/(K m <sup>2</sup> )	(K=Wert)	1 W/(K m <sup>2</sup> ) = 1 kg/(s.m) 1 kcal/(m <sup>2</sup> .h.grd) = 1,163 W/(K m <sup>2</sup> )



Besaran & simbol	Satuan SI	Satuan lain	Konversi lama/baru	Rumus
Panas persatuan massa $H_o, H_u$	J/kg; J/m <sup>3</sup>		1kcal/kg = 4,19kJ/kg	
Daya hantar panas $\lambda$	W/(km)		1kcal/(m.h.grd) = 1,163W/(Km)	
Viskositas dinamis $\eta$	Pa s	Ns/m <sup>2</sup>	1Pa s = 1N s/m <sup>2</sup> = 1kg/(s.M) 1cP = 10 <sup>-3</sup> Pa s	$\eta = v \cdot \rho$
Viskositas kinematis $\nu$	M <sup>2</sup> /s		1m <sup>2</sup> /s = 10 <sup>6</sup> cSt 1cSt = 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s	$\nu = \eta/\rho$
Intesitas cahaya $L_v$	cd	Candela		

Supaya tidak menimbulkan kekeliruan dan menyingkat penulisan, maka untuk satuan-satuan yang kecil dan satuan-satuan besar digunakan awalan-awalan (kecuali luas dan isi).

Piko	p	10 <sup>-12</sup> = 0,000 000 000 001	10 = 10 <sup>1</sup>	da	Deka
Nano	n	10 <sup>-9</sup> = 0,000 000 001	100 = 10 <sup>2</sup>	h	Hekto
Mikro	$\mu$	10 <sup>-6</sup> = 0,000 001	1.000 = 10 <sup>3</sup>	k	Kilo
Milli	m	10 <sup>-3</sup> = 0,001	1.000 000 = 10 <sup>6</sup>	M	Mega
Senti	c	10 <sup>-2</sup> = 0,01	1.000 000 000 = 10 <sup>9</sup>	G	Giga
Desi	d	10 <sup>-1</sup> = 0,1	1.000 000 000 000 = 10 <sup>12</sup>	T	Tora





This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.